



Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Materialkunde

2.

Struktur der Materie

Moleküle. Aggregatzustände: Flüssigkeiten, feste Körper, Flüssigkristalle

Schwerpunkte:

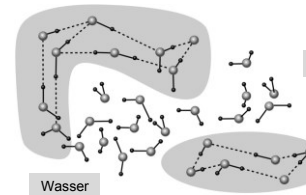
- ❖ Viskosität
- ❖ Wasser und Speichel
- ❖ Kristalle - Apatit
- ❖ Kristalldefekte und ihre Bedeutung
- ❖ Amorphe Stoffe - Gläser
- ❖ Flüssigkristalle (Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!)

Kapitel des Lehrbuches:
4, 5

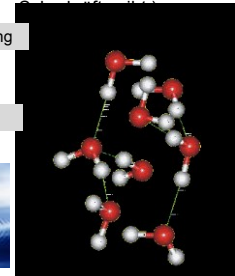
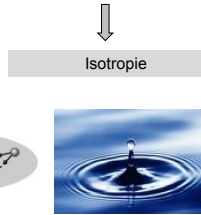
Aufgaben:
1. Kapitel:
22, 23, 32, 34, 35

1

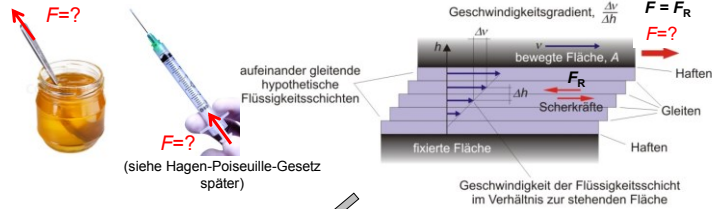
Flüssigkeiten



Wasser



Viskosität (η) $\left(\longleftrightarrow \text{Fluidität (Fließbarkeit)} \frac{1}{\eta} \right)$



Newton'sches Reibungsgesetz:

$$F_R = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h}$$

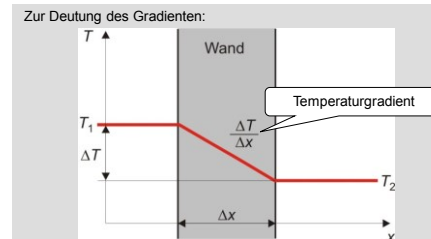
Viskosität (innerer Reibungskoeffizient)
[η] = Pa·s

Eine andere Form des newtonschen Reibungsgesetzes:

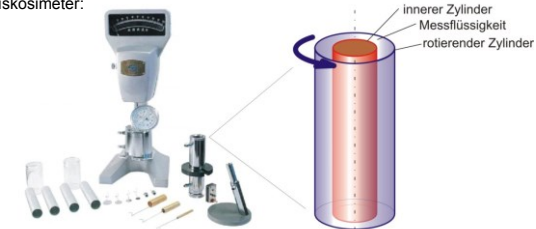
$$\sigma_{\text{Scher}} = \eta \cdot g_v$$

$\sigma_{\text{Scher}} = \frac{F_R}{A}$ (Scherspannung)
 $g_v = \frac{\Delta v}{\Delta h}$ (Geschwindigkeitsgradient)

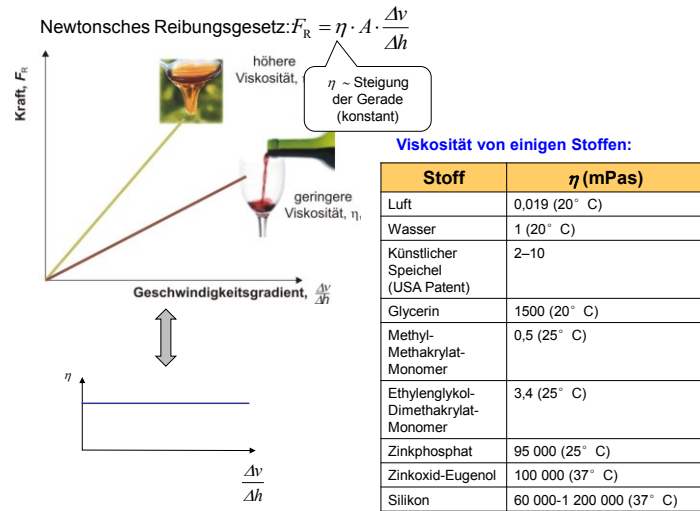
3



Rotationsviskosimeter:

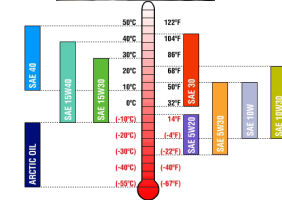
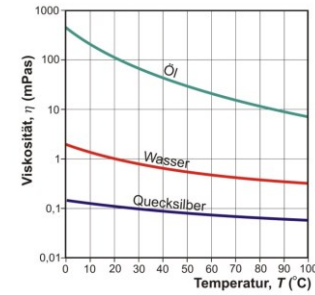


4



5

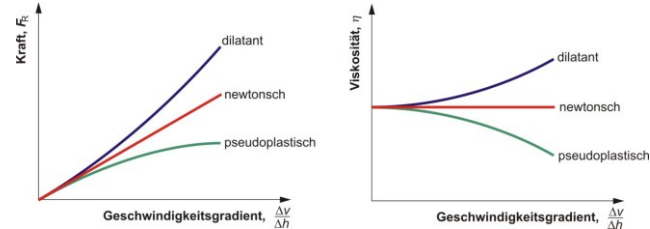
- η hängt ab:
- vom Stoff
 - von der Temperatur



(Die Viskosität der Gase nimmt mit wachsender Temperatur zu. Warum?)

6

- η hängt ab:
- von den Scherkräften (vom Geschwindigkeitsgradienten)?



Flüssigkeiten

Normale (newtonsche) Flüssigkeiten

Z. B. Wasser, Glycerin, Öl



Anomale (nicht-newtonsche) Flüssigkeiten

pseudoplastisch

z.B. Speichel, Blut, Polykarboxylatzement, Elastomer-Abdruckmaterialien

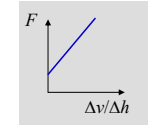
dilatant

z.B. einige Komposite



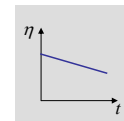
7

Bingham-Flüssigkeit:



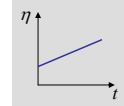
- η hängt ab:
- von der Zeit

Thixotrope Flüssigkeiten:



Z.B.: einige Abdruckmaterialien

Rheopexe Flüssigkeiten:

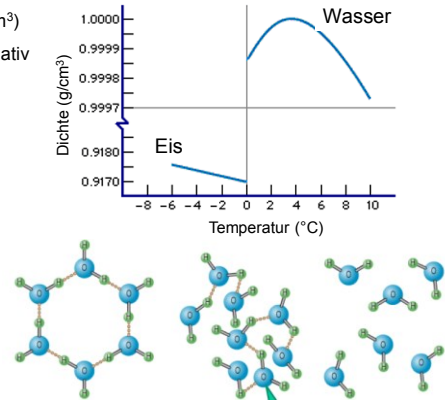


Bitte nicht verwechseln mit pseudoplastischen und dilatanten Flüssigkeiten!

8

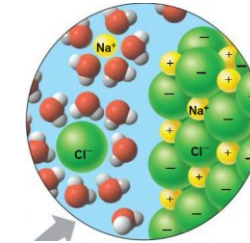
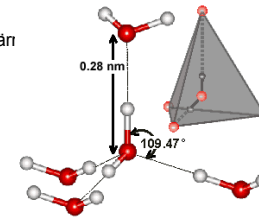
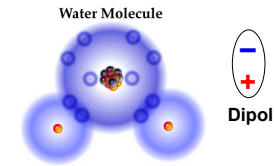
Wasser

- flüssig in einem breiten Temperaturbereich
- relativ kleine Dichte (1 g/cm^3)
- newtonsche Flüssigkeit, relativ kleine Viskosität



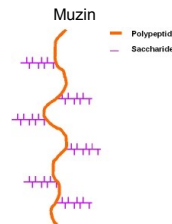
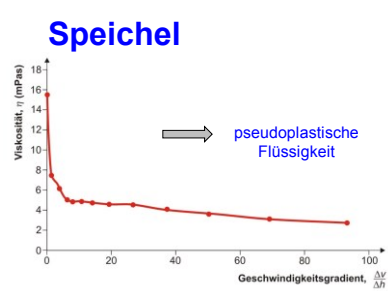
9

- hohe spezifische Wärmekapazität, Schmelzwärme und Verdampfungswärme
- hohe Oberflächenspannung
- gutes Lösungsmittel

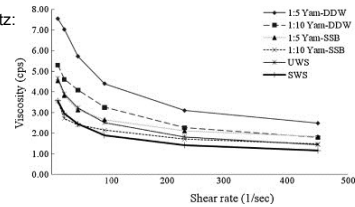


10

Speichel



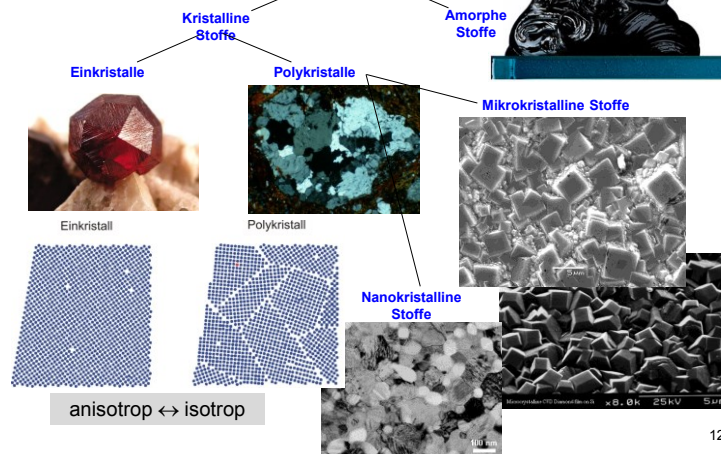
Speicheleratz:



11

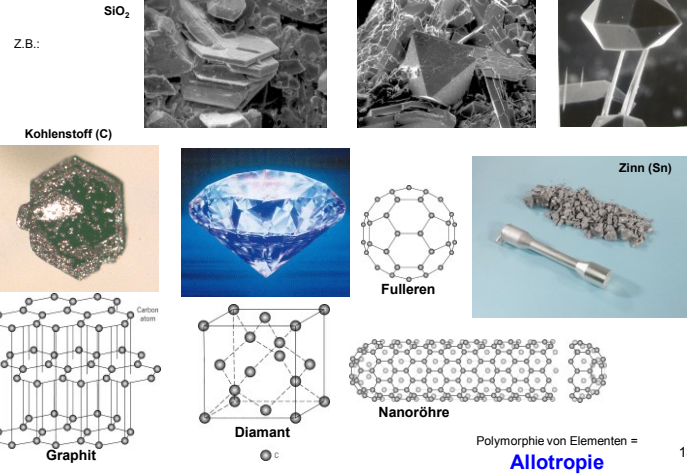
Feste Körper

(Kristall = Festkörper)



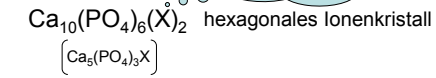
12

Polymorphie



13

Apatit



14

Gitterdefekte

Punktdefekte

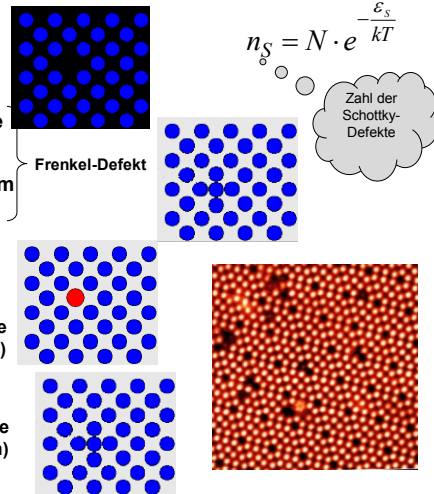
thermisch

- Vakanz/Leerstelle (Schottky-Defekt)
- Interstitialles Atom (Zwischengitteratom)

Fremdatom

- An einer Gitterstelle (Substitutionsatom)
- An einer Zwischengitterstelle (interstitielles Atom)

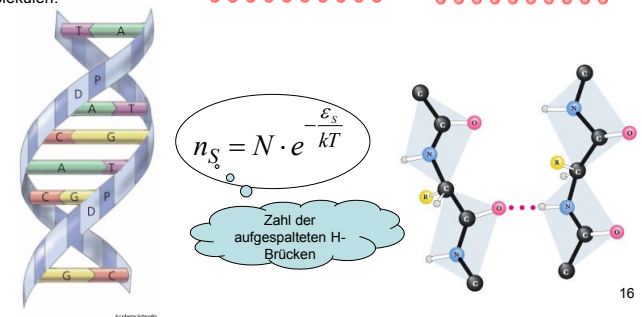
s. Legierungen !!



15

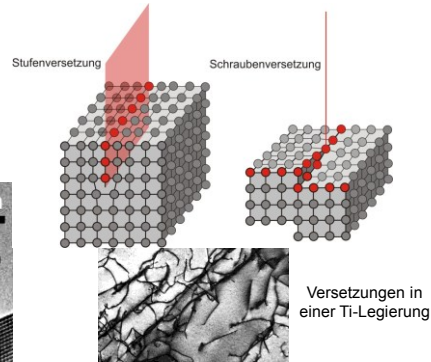
Entstehung und Bewegung von Punktdefekten:

Thermische Fehler in biologische Makromolekülen:

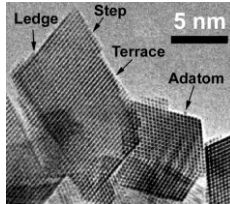


16

- Versetzungen
 - Stufenversetzung
 - Schraubenversetzung



- Korngrenzen



17

Gitterdefekte \Rightarrow Eigenschaften!!

z. B. optische Eigenschaften

Al_2O_3

+ Cr^{3+} → Rubin → siehe Rubinlaser

+ V^{2+} → siehe Rubinlaser

+ Fe^{2+} → siehe Rubinlaser

+ $\text{Ti}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$ → siehe Rubinlaser

NaI → siehe Szintillationskristall in der Nuklearmedizin

NaI + Ti → siehe Szintillationskristall in der Nuklearmedizin

(unter Röntgenbestrahlung)

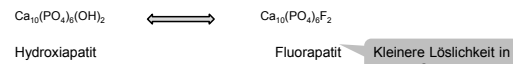
Praktikum „Nukleare Grundmessung“

18

z. B. mechanische Eigenschaften



z. B. chemische Eigenschaften



z. B. elektrische Eigenschaften

→ siehe reine und dotierte Halbleiter

19

Amorphe (feste) Körper

- Eigenvolumen
- Mechanisch hart
- Keine Eigenform/flüssig
sehr hohe Viskosität;
„gefrorene Flüssigkeit“
- Nahordnung
- Viele Defekte
- Isotrop

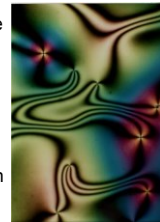
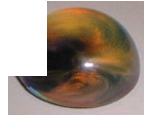
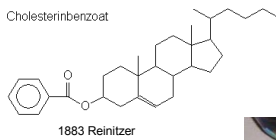


20

Das Thema ist in dem Lehrbuch nicht zu finden!

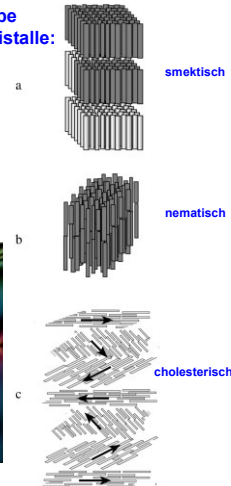
Flüssigkristalle

Cholesterinbenzoat



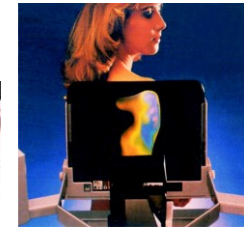
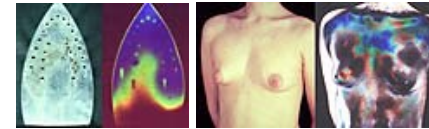
- Anisodimensionale Moleküle
- Mesophase
- Flüssig
- Teilweise geordnete Strukturen
- Optisch anisotrop
- Gegen äußere Einwirkungen empfindliche Struktur

Termotrope Flüssigkristalle:



21

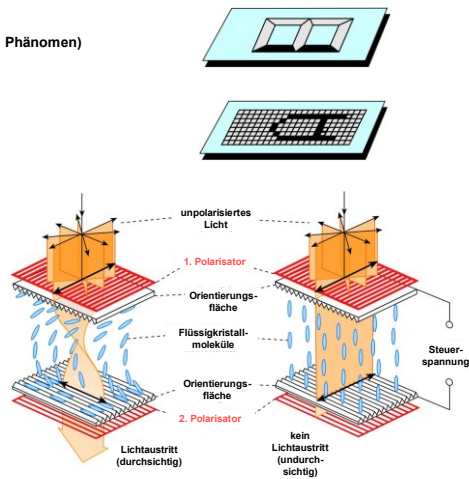
Kontaktthermographie/Plattenthermographie
(thermo-optisches Phänomen)



22

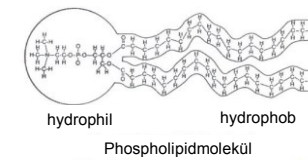
LCD

(elektro-optisches Phänomen)

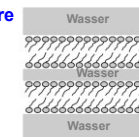


23

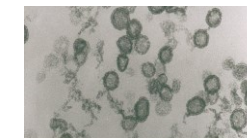
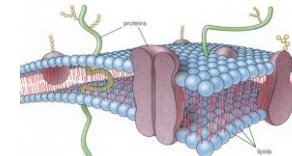
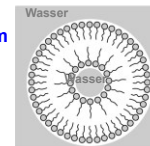
Lyotrope Flüssigkristalle:



Lamellare Struktur



Liposom



Nächste Vorlesung:
Kapitel 6 und 7

24